

## I - 530

常吉連絡橋（仮称）の部分模型風洞試験  
 —主桁部の耐風安定性に及ぼす隅切り効果について—

大阪市建設局 正 員 ○芦原栄治 大阪市建設局 井上 稔  
 川 田 工 業(株) 正 員 米田昌弘 川 田 工 業(株) 正 員 宮地真一

1. まえがき 常吉連絡橋（仮称）は、図-1に示すように最大支間長 $l=250\text{m}$ 、有効幅員 $B=11.75\text{m}$ の2面吊り鋼斜張橋であり、完成すれば1基のみの塔を有する斜張橋としては国内で最大規模のものとなる。著者らは耐風設計便覧による検討に基づき耐風性が好ましくないと判定された基本設計断面（主桁部）の空力的対策を検討すべく、部分模型風洞試験を実施した。ところが、予想に反し、主桁部の基本設計断面はきわめて良好な耐風性を示す結果が得られたので、ここにその実験結果を示す。

2. 風洞試験の概要 本実験に使用した風洞は川田工業(株)所有の水平回流式ゲッチングン型風洞（閉鎖型測定洞：幅 $2.0\text{m} \times$ 高 $2.5\text{m} \times$ 全長 $15.0\text{m}$ ）であり、試験模型としては主桁間中央部の主桁断面形状を1/33なる縮尺で模型化した長さ $1620\text{mm}$ の剛体部分模型を使用した。

ばね支持模型試験で対象とした実験モデル（断面形状）を表-1に示す。ここに、MODEL-Aは基本設計断面であり、歩道部側と車道部側にはそれぞれ段差部（段差幅の合計値と橋幅の比は約1/12.6）を有する。MODEL-Aのばね支持模型試験条件を表-2に示す。また、MODEL-BとMODEL-Cは、後述するようにMODEL-Aが良好な耐風性を示したことから追加採用した実験モデルであり、MODEL-Bが地覆外側のケーブル定着部を取り外して段差部を無くした断面に、MODEL-Cが地覆外側の段差部を補助材でカバーして段差部を無くした断面にそれぞれ対応する。さらに、MODEL-Dは耐風性に優れたフェアリング形状を選定すべく採用した実験モデルであり、本実験では上面傾斜角を変化させた3タイプのフェアリング（Type-1～Type-3）を対象としている。なお、ばね支持模型試験に加え、一部のケースについては静的空気力特性を把握するための3分力試験も実施することとした。

3. 試験結果と考察 歩道部風上状態で迎角を $\alpha=+3^\circ$ 、構造減衰を $\delta=0.02$ （耐風設計便覧で規定された所要値）に設定した場合の一樣流中でのばね支持試験結果を図-2に示す。図-2より、MODEL-Aなる基本断面ではたわみやねじれの渦励振ならびにねじれフラッターは発現せず良好な耐風性を示していることがわかる。これに対し、地覆外側の段差部を無くしたMODEL-B（定着部無し断面）やMODEL-C（隅切り無し断面）では渦励振とねじれフラッターがそれぞれ発現している。したがって、基本設計断面であるMODEL-Aがきわめて良好な耐風性を示したのは、地覆外側の段差部（隅切り）による空力安定化効果であると推察された。なお、構造減衰を $\delta=0.02$ に設定してMODEL-Dを一樣流中ではばね支持試験したところ、Type-2（上面傾斜角 $\theta_1=35^\circ$ ）やType-3（ $\theta_1=30^\circ$ ）なるフェアリングを設置した断面では迎角が $\alpha=+3^\circ \sim -3^\circ$ の場合に渦励振やねじれフラッターは発現せず、良好な耐風性を示す結果が得られたことを付記しておく。

歩道部を風上としたMODEL-A（基本断面）とMODEL-C（隅切り無し断面）に対する一樣流中での静的3分力試験結果（風洞風速は $10\text{m/s}$ ）を図-3に示す。図-3からわかるように、MODEL-AとMODEL-Cでは明らかに相違する結果が得られている。すなわち、MODEL-Cでは、 $\alpha=+3^\circ \sim +6^\circ$ なる範囲での揚力係数勾配 $\Delta C_L / \Delta \alpha$ と空力モーメント係数勾配 $\Delta C_M / \Delta \alpha$ が負ないしはほぼゼロなる結果を与えている。したがって、基本設計断面の段差部（隅切り）は、静的3分力試験結果からも準定常理論の仮定のもと動的耐風性に少なからず影響を及ぼしているものと推察された。

4. まとめ 比較的偏平な箱桁断面の渦励振やねじれフラッターに対する隅切り効果は今までに確認されておらず、本試験結果は今後の中小規模斜張橋の耐風設計にあたりきわめて有用な知見を提示しているものと思われる。今後は、隅切りの幅や高さならびにレイノルズ数をパラメーターとした詳細な実験を実施し、主桁断面に対する隅切りによる空力安定化効果を検討していく所存である。

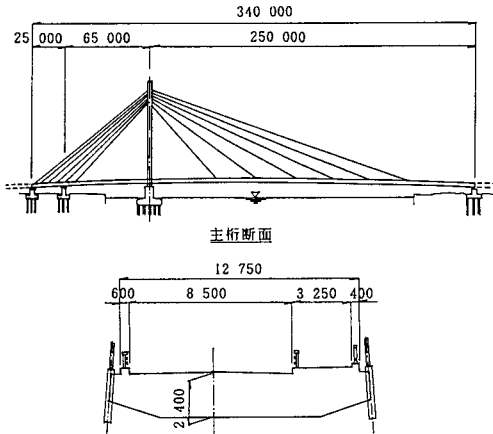


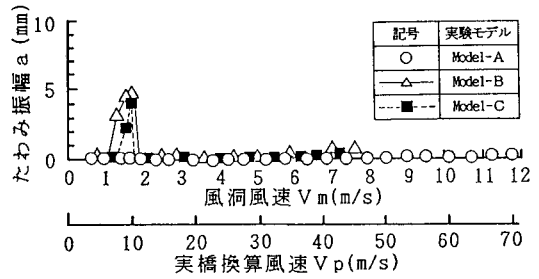
図-1 常吉連絡橋（仮称）の一般図

表-2 実験モデルの断面形状

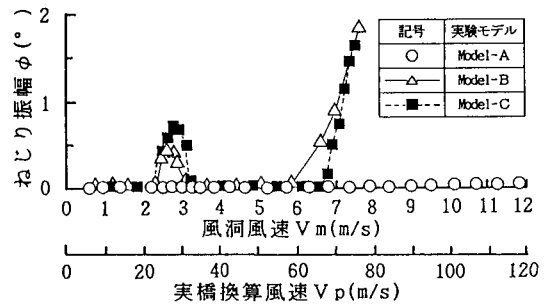
| Model | 断面形状           | 備考                                                                                                            |
|-------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A     | 基本断面<br>       | 主径間中央部の主桁断面形状                                                                                                 |
| B     | 定着部無し断面<br>    | 地覆外側のケーブル定着部を取り外し、隅切りを無くした断面                                                                                  |
| C     | 隅切り無し断面<br>    | 地覆外側の段差を補助材でカバーすることで隅切りを無くした断面                                                                                |
| D     | 7.7リング設置断面<br> | 3タイプの7.7リング形状を想定<br>Type-1: $\theta = 40^\circ$<br>Type-2: $\theta = 35^\circ$<br>Type-3: $\theta = 30^\circ$ |

表-1 ばね支持模型試験に用いた諸元

|          | 実橋諸元                              | 模型所要値                                   | ばね支持試験の諸元                               |
|----------|-----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 縮尺       | —                                 | 1/33                                    | 1/33                                    |
| 重量       | 15.29 tf/m                        | 22.745 kgf/model                        | 22.731 kgf/model                        |
| 極慣性モーメント | 31.41 $t \cdot s^2 \cdot m / Br.$ | 0.04291 $kgf \cdot s^2 \cdot m / model$ | 0.04277 $kgf \cdot s^2 \cdot m / model$ |
| 振動数      | たわみ 0.367 Hz<br>ねじれ 1.616 Hz      | —                                       | 2.035 Hz<br>5.319 Hz                    |
| 構造対数減衰率  | —                                 | 0.02                                    | 0.02                                    |

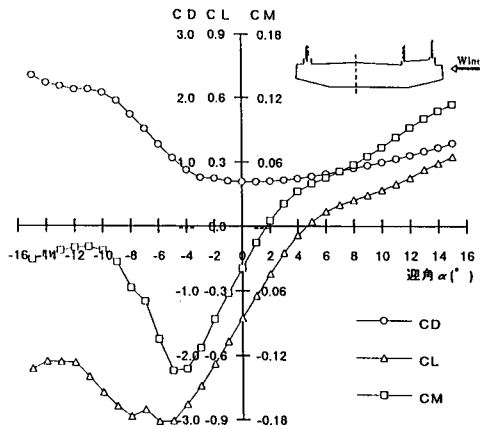


(a) 鉛直たわみ振動

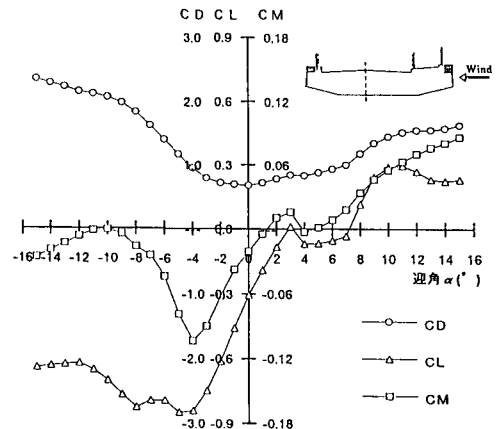


(b) ねじり振動

図-2 一様流中でのばね支持模型試験結果（歩道部風上で迎角 $\alpha = +3^\circ$ 、構造減衰 $\delta = 0.02$ なる場合）



(a) Model-A（基本断面）



(b) Model-C（隅切り無し断面）

図-3 一様流中での静的3分力試験結果（歩道部風上で風洞風速 $V_m = 10m/s$ なる場合）